

# 노후화 건축물 변위 제어를 위한 ECS 적용가능성에 관한 연구

김민성\*, 김민성\*, 정종희\*, 노영숙\*\*  
서울과학기술대학교 건축학부건축공학전공, 재학생  
서울과학기술대학교 건축학부건축공학전공, 교수

e-mail: tjdl3212@naver.com, \*\*rohys@seoultech.ac.kr

## A Study on the Applicability of ECS for Existing Building Displacement Control

Min-Sung Kim, Min-Sung Kim, Jong-Hee Jeong, Young-sook Roh\*\*

Senior student, School of Architecture, Seoul National Univ. of Science and Technology

\*\* Professor, School of Architecture, Seoul National Univ. of Science and Technology

### 요약

본 논문에서는 ECS(Electronic Control Suspension) 제어 시스템을 건축물에 적용하여 기존의 제진 댐퍼보다 향상된 댐퍼의 응답성능과 양산 가능성을 기대하고 건축물과 유사한 형태를 한 축소 모형을 실험체로 사용하여 ECS의 성능을 대변하는 댐퍼가 있는 실험체와 댐퍼가 없는 실험체의 변위를 측정하여 실험을 진행하였다. 실험 결과 일반 강재로 구성된 실험체보다 ECS를 활용한 댐퍼를 설치한 실험체가 변위가 적은 것으로 나타나 ECS를 적용한 댐핑시스템이 건축물의 제진성능에 긍정적인 것으로 나타났다. 설치방법에서도 바닥판과 일정각도를 갖는 사선방향이 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 이로써 본 연구에서 제안한 ECS 적용 시스템은 구조체의 진동 흡수에만 초점을 맞춘 것이 아니라 구조체 주변 상황에 따른 밸런스 제어를 통해 구조 안정성에도 기여함으로써 지진이 아닌 다른 외부에 의한 진동으로부터 건축물의 구조 안정성에 대한 향상도 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

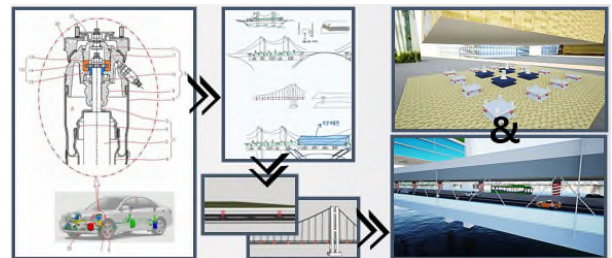
### 1. 서론

우리나라의 최근 지진발생빈도가 높아지고 있다. 이에 따라 건축물의 내진설계에 대한 사안은 필수가 되고 있는 추세이다. 이러한 기조는 기존의 내진설계가 진행되지 않은 기존 노후 건축물의 경우도 언제 다가올지 모를 지진에 대비한 내진설계가 후속 공적으로라도 필요하다는 것을 암시한다. 이러한 상황에 적절하게 대비할 수 있는 내진설계는 제진형태의 내진설계이며 진보된 제진기술은 지진에 대비하지 못한 모든 건축물에 적용될 수 있다. 제진에 대한 연구는 지속적으로 수행되고 있으며, 신축 건축물의 경우 다양한 제진기술이 적용되어 지진에 대비하고 있으나, 노후된 건축물의 경우에는 간편하게 설치할 수 있는 효율적인 시스템이 부족한 상황이다. 기존 노후 건축물을 대상으로 하여 제진성능을 향상시킬 수 있는 ECS(Electronic Control Suspension)를 이용한 간편한 제진 장치의 개발이 필요하다 하겠다.

ECS는 전자제어현가장치로 자동차의 각 부분에 설치된 각종의 센서에 의해 자동차의 주행 조건, 노면 상태, 운전자의 스위치 선택 등의 상황을 종합하여 ECU가 액츄에이터를 조절하여 차량의 높이와 서스펜션의 스프링 상수 및 댐핑 력이

자동적으로 조정되어 주행 중 승차감 향상과, 조향성 및 안전성을 향상시키도록 하는 장치이다. 이러한 제어 원리를 [그림 1]과 같이 건축물에 적용한다면 각 층의 변위를 일정량 제어할 수 있을 것으로 기대되었다.

따라서 본 논문에서는 ECS를 이용한 건축물의 변위 제어 성능을 실험을 통해 가능성을 검토하였으며 실험은 건축물 형태의 모형을 만들어 모형에 ECS의 성능을 대변하는 댐퍼를 설치한 후 Shaking Table을 활용하여 모형의 변위를 측정하는 연구를 수행하였다.

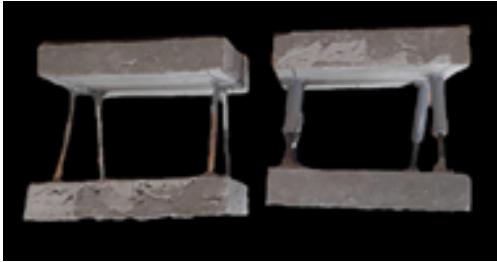


[그림 1] ECS를 건축물에 적용한 가상의 모습

### 2. 실험 모형 설계

전자제어 장치가 없는 유압식 댐퍼를 사용한 실험

모형을 설계하여 실험하였으며 [그림 2]와 같이 ECS 보다 응답능력이 다소 떨어지나 추가의 전자제어 장치가 필요없는 유압식 댐퍼를 사용하여 실험 모형을 설계하였다. 대조군으로는 댐퍼와 같은 충격을 완화할 만한 기계적 장치가 없는 일반강재를 사용한 실험체를 제작하였다. 설계된 두 실험 모형을 Shaking Table 을 이용하여 실험을 진행하고 변위에 대한 연구를 진행하였다.



[그림 2] 유압식 댐퍼와 일반강재를 사용한 실험체 모형

### 3. 실험 결과

ECS를 이용한 건축물의 변위 제어에 대한 성능을 검토하기 위해 설계된 두 실험 모형의 변위 제어 성능 검토는 Shaking Table 위 두 실험 모형에 같은 값의 진동을 입력하여 변위 제어에 대한 성능을 검토하도록 하였다. 이때 검토를 위한 방법으로 두 실험 모형의 상판에 유체를 담은 용기를 얹어 유체의 유실량을 측정하는 방법으로 하였다.

[표 1] 실험 모형의 유체 유실량 실험 결과표

유체의 유실량	1회	2회	3회
전자제어 장치가 없는 유압식 댐퍼를 사용한 실험 모형	10g	9g	9g
충격을 완화할 만한 기계적 장치가 없는 일반강재를 사용한 실험 모형	18g	21g	22g

[표 1]과 같이 ECS를 대변하는 전자제어 장치가 없는 유압식 댐퍼를 사용한 실험 모형이 유체의 유실량이 대조군과 비교하여 적은 양으로 나타났다. 본 실험 결과를 바탕으로 전자제어 기능이 있는 ECS를 사용한 제진장치는 더욱 효과적인 제진성능을 낼 수 있을 것으로 판단된다. 더불어 모형 설계 시 전자제어 장치가 없는 유압식 댐퍼와 일반강재를 수직으로 설치하는 것 보다 일정 기울기로 경사지게 상부지지대와 하부지지대를 연결함으로써 더 큰 제진성능을 얻을 수 있었다. 이는 ECS를 이용한 다양한 형태로의 제진장치의 적용가능성을 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 더불어 감진장치를 이용하여 입력되는 진동을 상세하

게 분석하여 보다 정확하고 구체적인 상세파동을 출력함으로써 기능적으로 보다 진보된 제진장치를 설계할 수 있을 것이다.

### 4. 결론

본 연구에서는 기계, 자동차 부분에서 활발히 사용되고 있는 ECS장치를 일부 변형하여 건축물에 적용시켜 층간 변위의 제어 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험 결과 전자제어 장치가 없는 자력장치의 ECS 시스템을 적용한 실험 모형이 장치가 없는 일반강재를 사용한 실험 모형 보다 유체의 유실량이 적은 것으로 실험결과 나타났으며, 이는 층간변위 제어에 보다 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

2. 설치방법이 바닥판에 일정각도를 유지하도록 하여 수직설치 방법보다 횡파와 종파로 구성된 지진파나 각종 변위 방향에도 매우 효과적으로 나타났다.

이에 본 연구에서 사용한 댐퍼는 기존에 규모가 큰 ECS댐퍼 보다 노후화된 건축물에 적용이 간단하고 변위제어에 효과적일 것으로 판단된다. 이에 전자식 제어장치를 탑재한 ECS 댐퍼를 혼용해서 건축물에 적용한다면 각종 지진과 횡변위에 매우 효과적일 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 연구는 연구재단 이공분야기초연구사업의 중견연구지원사업(과제번호 2020R1A2C1006662)의 일환으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] 현대자동차주식회사, “ECS 제어 방법”, 1019950059585, pp. 1, 12월, 1995년.
- [2] 현대모비스 주식회사, “에어 현가 장치의 에어 스프링 장치”, 1020080080765, pp. 1, 8월, 2008년.